

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-320798

(43)Date of publication of application : 12.12.1997

(51)Int.Cl. H05H 1/46
C23C 16/50
C23F 4/00
H01L 21/205
H01L 21/3065

(21)Application number : 08-131819

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 27.05.1996

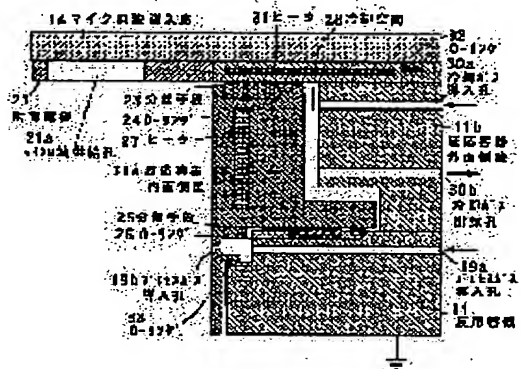
(72)Inventor : MABUCHI HIROTSUGU
HAYAMIZU TOSHIYASU
HONDA SHIGEKI

(54) PLASMA PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma processor capable of improving reproducibility in plasma processing.

SOLUTION: A plasma processor is provided at a sample stand provided, so as to face a microwave-introducing window 14 and in the vicinity of a microwave-introducing window 14 opposite to the sample stand, is provided with an electrically grounded counter electrode 21, introduces microwaves from the microwave-introducing window 14, applies high-frequency to the sample stand, generates plasma, and processes the samples. In this case, a reaction vessel 11 has an independent inner face side wall 11a, and this inner face side wall 11a is insulated by means of another part of the reaction vessel 11 and a separating means 23 and is not electrically grounded.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-320798

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H	1/46		H 0 5 H 1/46	B
C 2 3 C	16/50		C 2 3 C 16/50	
C 2 3 F	4/00		C 2 3 F 4/00	D
H 0 1 L	21/205		H 0 1 L 21/205	
	21/3065		21/302	B
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-131819

(22) 出願日 平成8年(1996)5月27日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 馬淵 博嗣

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(72) 発明者 速水 利泰

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(72) 発明者 本多 茂樹

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

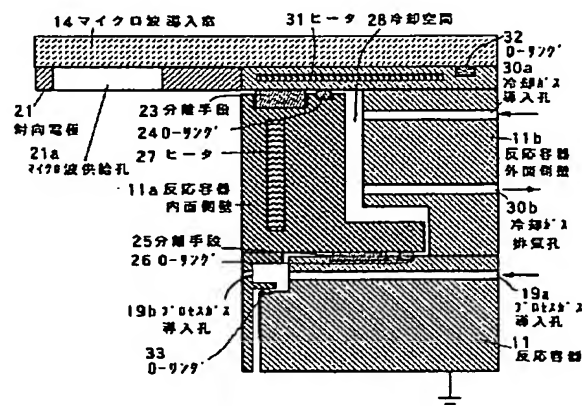
(74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ処理の再現性を向上できるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 マイクロ波導入窓14と対面するように設けられた試料台と、試料台に対向してマイクロ波導入窓14の近傍に設けられ、電氣的に接地された対向電極21とを備え、マイクロ波導入窓14からマイクロ波を導入し、また試料台に高周波を印加して、プラズマを発生させて試料を処理するプラズマ処理装置であって、反応容器11が独立した内面側壁11aを有し、この内面側壁11aが反応容器11の他の部分と分離手段23および25により絶縁され電氣的に接地されていないプラズマ処理装置。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】マイクロ波を供給する手段と、反応容器と、反応容器の天井部に設けられたマイクロ波導入窓と、マイクロ波導入窓と対面して反応容器の内部に設けられた試料台と、試料台に高周波を印加する手段と、試料台に対向してマイクロ波導入窓の近傍に設けられ電氣的に接地された対向電極とを備えたプラズマ処理装置であって、反応容器の側壁部分が、反応容器内部に面する内面側壁と反応容器の外部に面する外面側壁に分離され、この内面側壁が反応容器の他の部分から電氣的に分離され電氣的に接地されていないことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】前記内面側壁が反応容器の他の部分から熱的に分離され、かつ温度制御する手段を備えることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】前記対向電極が反応容器の内側であってマイクロ波導入窓の周縁部に設けられていることを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、大規模集積回路（LSI）および液晶ディスプレイ（LCD）の製造等において、エッチング、アッシング、CVDなどに用いられるプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】プラズマ処理装置は、LSIおよびLCD等の製造プロセスにおいて広く用いられている。プラズマ処理装置では、反応性ガスをプラズマ化し、エッチング、アッシング、CVDなどの処理が行われる。特に、このプラズマを用いたドライエッチング技術は、LSIおよびLCD等の製造プロセスにおいて不可欠の基本技術となっている。

【0003】一方、近年のLSIおよびLCD等の製造に用いられるシリコンウエハやガラス基板などの大型化に伴い、大面積に均一なプラズマを発生させることが求められている。また、ドライエッチング技術や薄膜形成における埋め込み技術においては、プラズマの発生とプラズマ中のイオンのエネルギーとをそれぞれ独立に制御することが求められている。

【0004】本出願人は、大面積に均一なプラズマを発生させることができ、しかもイオンのエネルギーを制御できるプラズマ処理装置をすでに提案した（特開平5-144773号公報）。この装置は、反応容器の天井部がマイクロ波透過性の誘電体板（以下、マイクロ波導入窓と呼ぶ）で気密に封止され、このマイクロ波導入窓の上方にマイクロ波が伝搬する誘電体層が設けられ、また試料台には高周波を印加できる構成となっている。

【0005】この装置では、マイクロ波を誘電体層に平面的に伝搬させることができるため、誘電体層とマイク

ロ波導入窓の面積を大きくすることにより、広い面積で均一なプラズマを容易に発生させることができる。また、試料台に高周波を印加すると、プラズマを介して試料台-プラズマ-接地部の間で電気回路が形成され、試料表面にバイアス電圧を発生させることができる。このバイアス電圧により、プラズマ中のイオンのエネルギーの制御を行う。すなわち、プラズマは主にマイクロ波によって発生させ、プラズマ中のイオンのエネルギーは主に高周波により制御するため、プラズマの発生とプラズマ中のイオンのエネルギーとをそれぞれ独立に制御できるのである。

【0006】しかしながら、この装置は、プラズマ処理条件によっては、試料の表面に安定したバイアス電圧を発生させることができず、イオンのエネルギー制御が困難な場合があり、改善の余地も見られる。例えば酸化膜のエッチングにおいては、エッチング条件によっては、酸化膜を再現性よくエッチングできないのみならず、エッチングが進まず逆に試料上に薄膜が堆積したりする場合があった。

【0007】そこで、本出願人は、さらにこのイオンのエネルギーを安定して制御することが可能な装置を提案している（特開平6-104098号公報）。

【0008】図5は、このイオンのエネルギーの制御を安定して行うことができるプラズマ処理装置の模式的縦断面図である。この装置においては、マイクロ波導入窓14の反応室12側に電氣的に接地された対向電極21が設けられている。

【0009】この対向電極21は、アルミニウム（Al）等の金属板で作製され、マイクロ波を反応室12内に導入するためのマイクロ波供給孔21aを有している。

【0010】この装置においては、この接地された対向電極21を試料台15に対向させて、しかも主にプラズマが発生するマイクロ波導入窓14の近傍に設けている。そのため、試料台15に高周波を印加した際のプラズマポテンシャルを安定させ、試料Sの表面に安定したバイアス電圧を生じさせることができる。その結果、プラズマ中のイオンのエネルギーの制御が可能になり、エネルギーの適正なイオンを試料Sの表面に照射することができる。

【0011】図6は、図5に示す装置の反応容器の側壁部分であるCの部分の拡大図である。対向電極21は、反応容器11の側壁部分を介して電氣的に接地されている。また、ヒータ27およびヒータ31が設けられており、それぞれ反応容器11の側壁および対向電極21を所定の温度に加熱できるようになっている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記構成の装置においては、反応容器の側壁も電氣的に接地されているので、この側壁も高周波が印加される試料台に

対する接地電極となりうる。そのため、対向電極と試料台との間および反応容器側壁と試料台との間に加わる高周波の状態が変化し、プラズマ処理の再現性が急に悪くなる場合があった。例えば、シリコンウエハ上のSiO₂のエッチングにおいては、試料面内のエッチング速度の分布が急に悪化する場合があった。

【0013】また、種々のプラズマ処理においては、反応容器の内側の側壁の温度を所定の温度に保持することが重要である。例えば、上記SiO₂のエッチングにおいては、プロセスガスとしてフルオロカーボン系(C_xF_y)ガスを用いるが、下地膜であるSiとの選択比を向上させるためには、プラズマ中で分解し生成された成膜種を試料の表面に集める必要がある。このため、試料台を冷却して試料を冷却するとともに、反応容器の側壁を150℃～200℃程度に加熱することが行われる。

【0014】上記構成の装置においては、反応容器の側壁の温度制御を側壁全体に対して行っていたため、例えば加熱による温度制御の際には、熱が反応容器全体に拡散してしまう。そのため、内側の側壁の温度制御に関して言えば、非効率であり、また不十分であった。また、加熱による温度制御の際には、反応容器の外側(大気側)も加熱されて高温になるので、この周囲で装置のメンテナンスが困難になるという問題もあった。

【0015】本発明は、この課題を解決するためになされたものであり、プラズマ処理を安定化し再現性を向上させることができるプラズマ処理装置を提供することを第1の目的とし、さらに反応容器の側壁の温度制御の向上およびメンテナンス性の向上を第2の目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明のプラズマ処理装置は、マイクロ波を供給する手段と、反応容器と、反応容器の天井部に設けられたマイクロ波導入窓と、反応容器の内部であってマイクロ波導入窓と対面するように設けられた試料台と、試料台に高周波を印加する手段と、試料台に対向してマイクロ波導入窓の近傍に設けられ電氣的に接地された対向電極とを備えたプラズマ処理装置であって、反応容器の側壁部分が、反応容器内部に面する内面側壁と反応容器の外部に面する外面側壁に分離され、この内面側壁が反応容器の他の部分から電氣的に分離され電氣的に接地されていないことを特徴としている。

【0017】上記の装置構成により、従来存在した試料台から反応容器の側壁への高周波の分散がなくなるため、対向電極と試料台との間に高周波が効果的に印加されるようになる。そのため、この高周波の印加により発生する試料表面のバイアス電位が安定し、プラズマ処理の再現性が向上する。

【0018】本発明のプラズマ処理装置は、上記構成の装置において、さらに前記内面側壁が反応容器の他の部

分から熱的に分離され、かつ温度制御する手段を備えることを特徴としている。

【0019】内面側壁は反応容器のその他の部分から独立して温度制御されるので、効率よく安定して温度制御される。また、内面側壁の温度制御に伴う反応容器の外側壁(大気側)の温度変化を抑えることができ、メインテナンスに関する問題もなくなる。

【0020】また、上記構成の装置は、対向電極が反応容器の内側であってマイクロ波導入窓の周縁部のみに設けられている装置に特に好適である。例えば、中央部が中空である環状の対向電極を備える装置に好適である。

【0021】このような対向電極を備える装置は、試料台の真上に電極部分がないため試料に対するパーティクルの付着や金属汚染の問題が抑えられるが、対向電極が試料台と直接対面する位置にないため、試料台から反応容器の側壁への高周波の分散が大きくなりやすいという欠点がある。上記の構成は、この試料台から反応容器の側壁への高周波の分散を抑えるものであるため、この装置においては効果がより顕著に現れるからである。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明のプラズマ処理装置を具体的に説明する。

【0023】図1は、本発明のプラズマ処理装置の1つの態様を示す模式的縦断面図である。図中11は、中空直方体形状の反応容器であり、アルミニウムやステンレス等の金属で形成される。反応容器11の内部には、反応室12が設けられている。反応容器11の天井部は、マイクロ波導入窓14とOリングによって気密に封止される。マイクロ波導入窓14は、耐熱性とマイクロ波透過性を有し、かつ誘電損失が小さい石英ガラス(SiO₂)、アルミナ(Al₂O₃)等の誘電体で形成される。

【0024】マイクロ波導入窓14の上方には、上部をアルミニウム等の金属板37で覆われた誘電体層36が配設されている。誘電体層36は導波管38を介してマイクロ波発振器39と連結されている。なお、この誘電体層36は誘電損失の小さい材料、例えばフッ素樹脂、ポリエチレン、ポリスチレンなどで構成される。マイクロ波の周波数としては、例えば2.45GHzが用いられる。

【0025】反応室12内には、試料台15がマイクロ波導入窓14と対面する位置に配設され、試料Sはこの試料台15上に載置される。試料台15は、試料Sを保持するための静電チャック等の吸着機構(図示せず)および試料Sを恒温に保持するための媒体を循環させる循環機構(図示せず)などを備えている。さらに、試料台15には、高周波電源40が接続されている。高周波電源40の周波数としては、400kHz、2MHz、13.56MHzなどが用いられる。試料台15は基台16上に固定され、反応容器11とは絶縁部材18により絶縁され、また試料台15の周囲はプラズマシールド部材1

7で覆われている。なお、試料台15は、静電チャック機能を持たせるために、アルミニウム製の電極本体の表面にアルミナが溶射された構造が用いられる。絶縁部材18やブラズマシールド部材17としてアルミナが用いられる。反応容器11には、反応室12内にガスを導入するためのガス導入孔19aおよび排気装置(図示せず)に接続される排気口20が設けられている。

【0026】マイクロ波導入窓14の下面には複数の矩形形状のマイクロ波供給孔21aを有する対向電極21が設けられている。この対向電極21は、反応容器11を介して電氣的に接地され、高周波が印加される試料台15に対する接地電極の役割を果たす。この対向電極21は、シリコン(Si)やアルミニウムなどで作製される。この対向電極21を加熱するためのヒータ31が設けられている。

【0027】図2は、図1に示す装置の反応容器の側壁部分であるAの部分の拡大図である。反応容器11の側壁は、反応容器内面側壁11aと反応容器外面側壁11bとから主に構成されている。内面側壁11aとして、反応室12に面する表面が耐食性酸化皮膜で被覆されたアルミニウムなどが用いられる。なお、外面側壁11bと対向する表面にも耐食性酸化皮膜を設けることにより、内面側壁11aと外面側壁11bとの間の電氣的分離効果を向上できる。外面側壁11bとして、アルミニウムやステンレス鋼などが用いられる。

【0028】内面側壁11aと外面側壁11bとは、分離手段23および分離手段25で電氣的、熱的に分離されている。この分離手段には、絶縁性が高く、熱伝導率が小さく、また加工性に優れるなどの理由から、テフロン(登録商標)や例えばアルミナ等のセラミックスなどが用いられる。また、反応室12を気密に保持するために、フッ素ゴムやカルレッツ(登録商標)などの絶縁体のOリング24、26が用いられる。外面側壁11bは電氣的に接地され、内面側壁11aは電氣的に接地されていない。

【0029】内面側壁11aにはヒータ27が埋め込まれており、内面側壁11aの加熱温度制御が可能になっている。また、内面側壁11aと外面側壁11bとの間の冷却空間28に、冷却ガス導入孔30aから例えばN₂ガスなどを吹き込み、冷却ガス排気孔30bから排気することにより、外面側壁11bの温度上昇を抑えることができる。

【0030】プロセスガスは、プロセスガス導入孔19aから導入され、内面側壁11aの周方向に設けられた複数のプロセスガス導入孔19bから反応室12内に導入される。内面側壁11aと外面側壁11bとの間には、絶縁体のOリング33が設けられ、内面側壁11aの外周に沿うプロセスガス供給空間が形成されている。

【0031】このように構成されたブラズマ処理装置を

用いて、試料Sの表面にブラズマ処理を施す場合について、図1に基づき説明する。

【0032】①予め、試料台15を所定の温度に保持し、また反応容器11の内面側壁11aを所定の温度に加熱しておく。

【0033】②反応室12を排気口20から排気し、その後プロセスガス導入孔19aおよび19bから反応室12にガスを供給する。

【0034】③マイクロ波発振器39でマイクロ波を発振させ、導波管38を介して誘電体層36にマイクロ波を導入する。表面波電界が中空層35に形成され、その電界がマイクロ波導入窓14を透過して、反応室12にブラズマを発生させる。

【0035】④ブラズマ発生とはほぼ同時に高周波電源40を用いて試料台15に高周波を印加し、試料S表面にバイアス電圧を発生させる。このバイアス電圧によってブラズマ中のイオンのエネルギーを制御しつつ、試料Sの表面にイオンを照射させて、試料Sにブラズマ処理を施す。

【0036】このとき、対向電極21を電氣的に接地し、また内面側壁11aを電氣的に接地しない状態で、試料台15に高周波を印加するので、試料台15と対向電極21との間に効率的に高周波を印加して、バイアス電圧を安定させ、ブラズマ処理の再現性を向上させることができる。

【0037】また、内面側壁11aが反応容器11の他の部分から熱的にも分離されているので、内面側壁11aのみを効率よく安定して温度制御できる。また、反応容器の外面側壁(大気側)の温度上昇が抑えられるので、メインテナンスに関する問題もなくなる。

【0038】このブラズマ処理装置は、例えばシリコン酸化膜(SiO₂)のエッチング工程のようにイオンの制御が特に重要な処理に用いる装置に好適である。

【0039】また、図1および図2に示す態様は、内面側壁11aをヒータ27により加熱するものであるが、例えば、内面側壁11aに恒温流体の循環経路を設けて、加熱や冷却などができるようにしても良い。

【0040】図3は、この本発明のブラズマ処理装置の別の態様を示す模式的縦断面図である。対向電極21として、試料Sの真上部分が中空である環状電極が用いられている。また、反応容器内面側壁と反応容器外面側壁との間の分離手段として複合部材を用いた点のみ、先の態様と異なる。

【0041】図4は、図3に示す装置の反応容器の側壁部分であるBの部分の拡大図である。環状の対向電極21の外周部分には、アルミナや石英などからなる対向電極外縁絶縁板22が設けられている。また、この環状の対向電極21を加熱するためのヒータ31が埋め込まれている。内面側壁11aと外面側壁11bとの間の分離手段23および25として、それぞれテフロン23aと

Ｏ－リング２３ｂからなる複合部材、テフロン２５ａと
 Ｏ－リング２５ｂからなる複合部材が用いられている。
 テフロンに代わりの、例えばアルミナ等のセラミックス
 を用いることもできる。分離手段としてＯ－リングのよ
 うな弾性体を加えた複合部材を用いることにより、内面
 側壁１１ａと外面側壁１１ｂとの間に分離手段を均一に
 密着させて挿入することができる。これにより、内面側
 壁１１ａと外面側壁１１ｂとの間の熱流を分離手段に沿
 う方向に容易に均一化させて、内面側壁１１ａの周方向
 の温度分布を容易に均一にできる。

【００４２】この態様においては、対向電極２１がマイ
 クロ波導入孔１３の外縁部分にしかないにもかかわらず、
 内面側壁１１ａを電氣的に接地しないことにより、
 対向電極２１と試料台１５との間に効果的に高周波を印
 加させることができる。そのため、先の態様と同様に、
 プラズマ処理の再現性を向上させることができる。ま
 た、内面側壁１１ａを効率よく安定して温度制御でき、
 また、外面側壁（大気側）１１ｂの温度変化を抑え、メ
 インテナンスの困難性の問題もなくすことができる。

【００４３】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明のプラズマ
 処理装置によれば、反応容器の内面側壁が電氣的に分離
 され電氣的に接地されていないことによりプラズマ処理
 の再現性を向上できる。また、さらに内面側壁を反応容
 器の他の部分から熱的に分離することにより、反応室に
 面する内面側壁の温度制御を向上でき、またメインテナ
 ンス性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明のプラズマ処理装置の１つの態様の模式
 的縦断面図である。

【図２】図１に示す装置の反応容器の側壁部分であるＡ
 の部分の拡大図である。

【図３】本発明のプラズマ処理装置の別の態様の模式的
 縦断面図である。

【図４】図３に示す装置の反応容器の側壁部分であるＢ
 の部分の拡大図である。

【図５】従来のプラズマ処理装置の模式的縦断面図であ

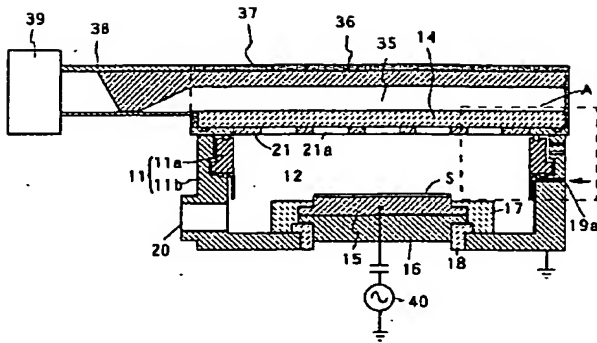
る。

【図６】図５に示す装置の反応容器の側壁部分であるＣ
 の部分の拡大図である。

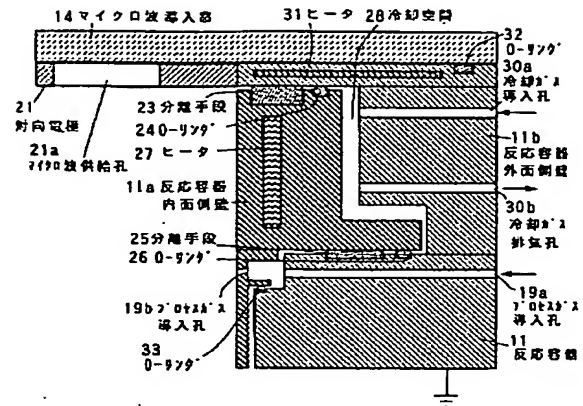
【符号の説明】

- １１ 反応容器
- １２ 反応室
- １４ マイクロ波導入窓
- １５ 試料台
- １６ 基台
- 10 17 プラズマシールド部材
- １８ 絶縁部材
- １９ プロセスガス導入孔
- ２０ 排気孔
- ２１ 対向電極
- ２１ａ マイクロ波供給孔
- ２２ 対向電極外縁絶縁板
- ２３ 分離手段
- ２３ａ テフロン
- ２３ｂ Ｏ－リング
- 20 24 Ｏ－リング
- ２５ 分離手段
- ２５ａ テフロン
- ２５ｂ Ｏ－リング
- ２６ Ｏ－リング
- ２７ ヒータ
- ２８ 冷却空間
- ２９ 冷却ガス導入孔
- ３０ 冷却ガス排気孔
- ３１ ヒータ
- 30 32 Ｏ－リング
- ３３ Ｏ－リング
- ３５ 中空部
- ３６ 誘電体層
- ３７ 金属板
- ３８ 導波管
- ３９ マイクロ波発振器
- 40 40 高周波電源

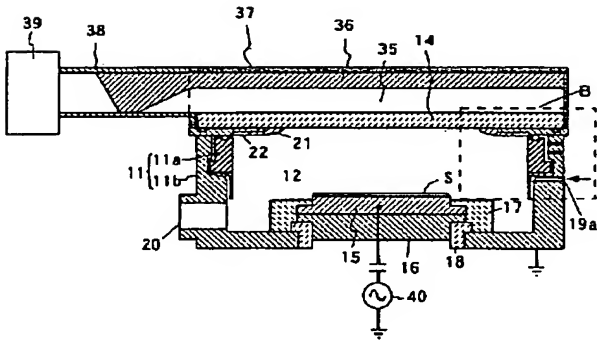
【図1】



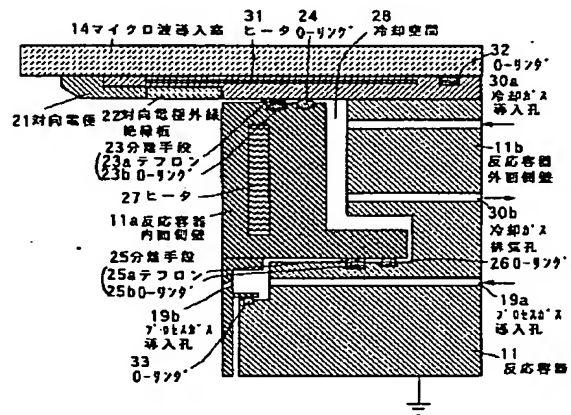
【図2】



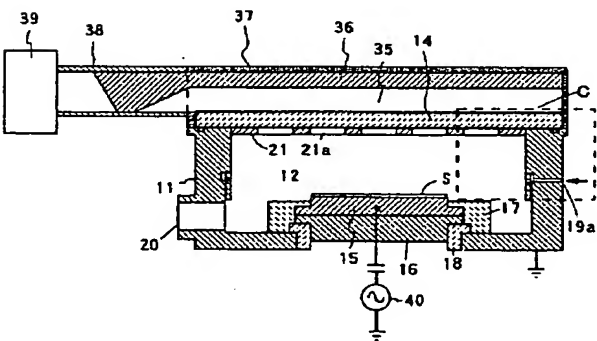
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

